Aus dem pathologischen Institut der Universität Marburg
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. P. Schmitz-Moormann

MORPHOMETRISCHE UNTERSUCHUNGEN AM DUCTUS PANCREATICUS MAIOR

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin

dem Fachbereich Humanmedizin
der Philipps-Universität Marburg
vorgelegt von

Christel Agnes Otte, geb. Oehm
aus Meppen

Marburg 1978

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546009_0095

Aus dem pathologischen Institut der Universität Marburg
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. P. Schmitz-Moormann

MORPHOMETRISCHE UNTERSUCHUNGEN AM DUCTUS PANCREATICUS MAIOR

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin

dem Fachbereich Humanmedizin
der Philipps-Universität Marburg
vorgelegt von

Christel Agnes Otte, geb. Oehm
aus Meppen

Marburg 1978

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin
der Universität Marburg am: 13. November 1978
gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs
Dekan: Prof. Dr.med. F. Neurath
Referent: Prof. Dr.med. P.Schmitz-Moormann
Correferent: Prof. Dr.rer.nat. P.Ihm

Inhaltsverzeichnis

Einleitung ..... S. 1

Material und Methodik ..... S. 3

Ergebnisse ..... S. 10

Diskussion ..... S. 40

Zusammenfassung ..... S. 44

Anhang ..... S. 46

Literaturverzeichnis ..... S. 50

Lebenslauf ..... S. 54

Einleitung

Die Korrelation von klinischen und pathologisch-anatomischen Befunden bei Erkrankungen der Bauchspeicheldrüse hat besonders seit Einführung der Glasfiberinstrumente in die Endoskopie und der damit verbundenen Möglichkeit einer retrograden Darstellung des Ductus pancreaticus Aktualität erlangt.

Zwar sind dem Pathologen die Veränderungen am Pankreas bei seinen verschiedenen Erkrankungen sowohl makroskopisch als auch mikroskopisch schon lange bekannt (1,3,4,5,7,8), bislang steht jedoch eine umfassende systematische morphologische Korrelation der Gang- und Parenchymveränderungen der Bauchspeicheldrüse zu den klinischen Befunden an diesem Organ noch weitgehend aus. Lediglich die Gangveränderungen, die im Rahmen einer schweren, chronischen Pankreatitis oder eines Pankreaskarzinoms auftreten, sind beschrieben.(6,8,9,11,12,14, 16,17,18) Wie weit jedoch mildere Krankheitsprozesse zu Pankreasgangveränderungen führen, wurde bisher noch nicht abgeklärt. Insbesondere fehlen auch Kriterien zur Abgrenzung zwischen krankheitsbedingten und altersbedingten Gangveränderungen. Genaue Daten über die Morphologie des Pankreasgangsystems bei normalem und krankhaft verändertem Pankreas

wären somit wünschenswert, um den klinischen Befunden bei der Endoskopie und röntgenologischen Darstellung des Pankreas die nötige Beweiskraft zu verleihen.

Vorliegende Untersuchung soll abklären, ob am Hauptausführungsgangsystem des Pankreas

1. altersbedingte Veränderungen festzustellen sind und ob sich dafür Gesetzmäßigkeiten ableiten lassen;
2. bei Gallenwegserkrankungen und akuten, bezw. leichten chronischen Pankreatitiden röntgenologisch und morphologisch faßbare Veränderungen zu finden sind.

Material und Methodik

Die untersuchten Pankreaten stammen aus dem laufenden Sektionsbetrieb von Autopsien, die innerhalb von 10 Stunden nach dem Tode durchgeführt wurden. Es wurden insgesamt 70 Bauchspeicheldrüsen untersucht und zur statistischen Auswertung herangezogen. 5 Patienten litten an einer leichten akuten oder leichten chronischen Pankreatitis, 2 an einer schweren akuten Pankreatitis, 4 an schwerer akuter Pankreatitis und Gallenleiden, 20 nur an einer Erkrankung der Gallenwege. 39 Fälle konnten in bezug auf ihre Pankreas- und Gallenwege als gesund gelten. Fälle mit schwererer chronischer Pankreatitis oder mit Pankreaskarzinom wurden nicht herangezogen, da diese Erkrankungen so ausgeprägte Veränderungen hervorrufen, daß eine Auswertung mit der hier angewandten Methodik nicht möglich war.

Tabelle 1 gibt das Kollektiv der ausgewerteten Fälle wieder:

Tabelle 1

x = weiblich, y = männlich, a = normal, b = Gallenleiden, c = Pankreatitis (c_1=leichte chronische P., c_2=leichte akute P., c_3=schwere akute P.)

lfd. Nr.	Geschlecht	Diagnose	Alter
01	y	a	69
02	x	a	73
03	x	a	17

lfd. Nr.	Geschlecht	Diagnose	Alter
04	y	a	66
05	y	a	81
06	y	a	59
07	y	b	72
08	y	a	67
09	y	b	77
10	x	c_1	33
11	x	b	81
12	x	a	68
13	y	a	70
14	y	b	49
15	x	b	75
16	x	a	11
17	x	c_1	49
18	x	a	64
19	y	a	40
20	y	b	55
21	y	b	60
22	x	b	65
23	x	b	67
24	x	a	15
25	x	c_2	63
26	x	b	72
27	y	a	60
28	y	b, c_3	77
29	x	c_1	70
30	x	b	85
31	x	a	54
32	y	b	53
33	y	a	29
34	y	a	58
35	y	b	74
36	y	a	57
37	y	a	22
38	y	a	67

lfd.Nr.	Geschlecht	Diagnose	Alter
39	x	b	55
40	y	a	75
41	y	c_1	44
42	y	c_3	83
43	y	c_1	56
44	x	a	60
45	y	a	69
46	y	a	46
47	y	c_3	29
48	x	b,c_3	77
49	x	b,c_3	66
50	x	a	68
51	x	a	32
52	y	b	75
53	y	b,c_3	53
54	x	a	30
55	y	a	45
56	y	b	73
57	x	a	62
58	y	a	64
59	x	a	65
60	x	b	63
61	x	b	71
62	y	a	22
63	y	a	77
64	x	a	39
65	y	a	47
66	y	a	73
67	y	b	73
68	x	b	75
69	y	a	47
70	y	a	69

Nach der Entnahme aus der Leiche wurde das Organ

als erstes geröntgt. Dann wurde über die Papille der Pankreasgang, häufig auch der unterbundene Stumpf des Ductus choledochus, mit einem Röntgenkontrastmittel unter einem Druck von 30 cm Wassersäule gefüllt. Die Füllung wurde durch ein weiteres Röntgenbild kontrolliert. Als Kontrastmittel wurde eine Mischung aus 40 Teilen einer 25%igen Rinderalbuminlösung und 60 Teilen Mikropaque verwendet. Nach Fixation in 4%igem Formalin wurde das Organ von anhaftendem Fettgewebe und Gefäßen freipräpariert und nochmals in zwei Ebenen geröntgt. Sodann wurde jedes Pankreas in 8 mm dicke Scheiben zerlegt, die einzeln geröntgt und nach Paraffineinbettung in Großschnitten histologisch untersucht wurden. Als Routinefärbung wurde H.E. und Trichrom Masson Goldner verwendet.

Zur Vermessung der Lumina und der Wanddicke der Gänge wurde ein Mikroskop mit 19facher Vergrößerung benutzt, dessen optische Einrichtung es gestattete, das Präparat auf ein neben das Mikroskop gelegtes Blatt Papier abzuzeichnen. So konnte die Fläche des Lumens und der Wand mit einem Planimeter exakt vermessen und bestimmt werden. Bei der statistischen Auswertung der Meßwerte wurde die Vergrößerung des Mikroskops zunächst nicht berücksichtigt. Das heißt, daß sämtliche eindimensionalen Werte, die zur Auswertung herangezogen wurden, 19fach größer sind als im Original, sämtliche Flächenwerte sind 361fach

größer als im Original. Sobald aber Formeln aufgestellt und gefunden wurden, wurde die Vergrößerung des Mikroskops wieder berücksichtigt, so daß die Formeln die tatsächlichen Verhältnisse wiedergeben.

Bei der Vermessung stellte sich außerdem noch folgendes Problem: Da der Ductus pancreaticus leicht geschlängelt durch das Organ verläuft, war er bei den meisten Präparaten nicht senkrecht angeschnitten.(Abb. 1)

Abb 1

Abb.1 Schematische Darstellung des Pankreas mit Pankreasgang

So stellte sich das kreisrunde Lumen häufig als Ellipse dar. Um nun die tatsächliche Fläche des Lumens zu ermitteln, wurde aufgrund des aus dem Röntgenbild ersichtlichen Schnittwinkels nach folgender Überlegung und Formel umgerechnet:

F_E = Fläche der Ellipse

F_K = Fläche des Kreises (wird gesucht)

r = Radius des Kreises und kleiner Radius der Ellipse

b = großer Radius der Ellipse

β = Schnittwinkel

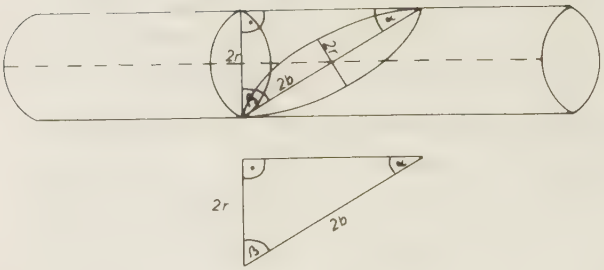

Abb.2 Schematische Darstellung der Schnittverhältnisse am Pankreasgang

1. $F_E = \pi \cdot r \cdot b$ daraus folgt: $\pi = \frac{F_E}{r \cdot b}$

2. $F_K = \pi \cdot r^2$

1. in 2.: $F_K = \frac{F_E}{r \cdot b} \cdot r^2 = F_E \cdot \frac{r}{b}$

$= F_E \cdot \cos$

$\frac{r}{b} = \sin\alpha$, bezw. $\cos\beta$

Da die Winkel gemessen werden können, muß die ermittelte Fläche der Ellipse nur mit dem Cosinus des Schnittwinkels multipliziert werden, um zur entsprechenden Kreisfläche zu kommen.
Die so gewonnenen Daten wurden statistisch ausgewertet. Dabei wurde eine Einteilung der Fälle in

Altersklassen nicht durchgeführt, da diese Klassifizierung statistisch mit einem Informationsverlust einhergeht. Vielmehr wurde das Alter eines jeden Falls berücksichtigt.

Außerdem wurde in den Röntgenbildern die Länge des Ductus pancreaticus bestimmt und ebenfalls statistisch ausgewertet.

Ergebnisse

1. Problem: Wie verhält sich bei jedem einzelnen Pankreas die Wanddicke des Ductus pancreaticus zur Lumenweite in Abhängigkeit von der Länge des Ganges?

Gemessen wurde in jedem Präparat in Abhängigkeit von der Länge L die Außenfläche A und die Innenfläche I.

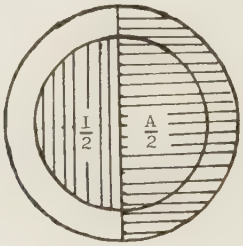

Abb. 3 Schematischer Querschnitt durch den Pankreasgang

Um die unterschiedlich langen Pankreasgänge miteinander vergleichen zu können und eine gemeinsame Auswertung zu ermöglichen, wurde mit der relativen Länge gerechnet. Dazu wurde die Gesamtlänge gleich 100 gesetzt. Dann lautet der entsprechende Wert für einen beliebigen Punkt x_1 des Ganges:

$$x_1 = \frac{100 \cdot 1}{L}$$

wobei L die Gesamtlänge und 1 den Meßwert des jeweiligen Punktes darstellt.

Wie erste Überprüfungen ergaben, zeigten weder A noch I eine lineare Abhängigkeit von der relativen Länge x_1, wohl aber der dekadische Logarithmus

(Abb. 4 und Abb. 5 auf Seite 20 - 21)

Der Quotient $\frac{A}{I}$ beschreibt das Verhältnis der Außenfläche zur Innenfläche und ist der relativen Wanddicke proportional (Ableitung siehe Anhang Nr.1).
Da auch der log $\frac{A}{I}$ der relativen Ganglänge proportional ist(Abb. 6), haben wir im folgenden mit diesem Wert, statt mit der relativen Wanddicke, weiter gerechnet.

Die allgemeine Lineargleichung lautet:

(1) $y = a + bx$

Die Berechnung von a und b ist nun ein Problem der Regressionsrechnung.
Werden die Punkte $(x_1/y_1),(x_2/y_2),.....(x_n/y_n)$ betrachtet, so gilt:

(2) $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i$

(3) $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} y_i$

(4) $b = \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})$

(5) $a = \bar{y} - b\bar{x}$

b beschreibt die Steigung der Geraden, a die Lage.
Für den Punkt x = 50 gilt die Gleichung:

(6) $y_{50} = a + b \cdot 50$ oder $a = y_{50} - b \cdot 50$

Sie gibt die Verhältnisse genau in der Mitte des Pankreasganges wieder.

Die allgemeine Geradengleichung kann nun auch so formuliert werden:

(7) $y = y_{50} - b \cdot 50 + bx$ oder

$y = y_{50} + b(x-50)$

In diese Gleichung wurden die Meßwerte der einzelnen Pankreaten eingesetzt und die Steigung, der y_{50}-Wert und der Korrelationskoeffizient ermittelt. Weiterhin bestimmten wir die Streuung von y um die Regressionsgerade (Tabellen 2 - 4). (Erläuterung im Anhang Nr.2)

Tabelle 2:

Steigung, Korrelationskoeffizient, Streuung und y_{50}-Wert der untersuchten Pankreaten bei Einsetzen der Länge gegen log Innenfläche:

b = Steigung, r = Korrelationskoeffizient, S_r = Streubreite, y_{50} = y-Wert bei x=50

lfd.Nr.	b	r	S_r	y_{50}
01	-0,0111	-0,8110	0,5850	0,9028
02	-0,0123	-0,8472	0,5313	0,9890
03	-0,0153	-0,9324	0,3614	0,5477
04	-0,0055	-0,5479	0,8365	0,7427
05	-0,0062	-0,8998	0,4363	0,7884
06	-0,0104	-0,8832	0,4689	0,9658
07	-0,0144	-0,9169	0,3990	0,6102
08	-0,0086	-0,7281	0,6855	1,3159
09	-0,0095	-0,8969	0,4423	1,3756
10	-0,0030	-0,4032	0,9151	1,1673
11	-0,0113	-0,9273	0,3742	0,8753
12	-0,0108	-0,8686	0,4955	1,4946
13	-0,0103	-0,7748	0,6322	1,0288
14	-0,0158	-0,9262	0,3769	1,1271

Fortsetzung Tabelle 2:

lfd.Nr.	b	r	S_r	y_{50}
15	-0,0218	-0,9817	0,1904	1,8590
16	-0,0139	-0,9631	0,2692	0,6259
17	-0,0063	-0,7153	0,6988	0,8195
18	-0,0025	-0,5974	0,8019	0,8349
19	-0,0122	-0,9234	0,3838	0,7600
20	-0,0127	-0,9460	0,3242	1,1397
21	-0,0112	-0,9386	0,3449	0,8714
22	-0,0084	-0,9493	0,3144	1,0700
23	-0,0050	-0,7156	0,6985	0,9368
24	-0,0082	-0,9403	0,3404	0,6747
25	-0,0109	-0,8376	0,5463	1,1516
26	-0,0099	-0,8005	0,5994	1,0414
27	-0,0068	-0,7736	0,6337	1,3257
28	-0,0058	-0,6266	0,7794	1,2389
29	-0,0107	-0,8650	0,5018	0,9309
30	-0,0097	-0,9074	0,4202	1,1285
31	-0,0109	-0,9021	0,4315	0,9087
32	-0,0062	-0,7729	0,6345	0,8136
33	-0,0088	-0,9139	0,4059	1,3956
34	-0,0084	-0,8325	0,5540	0,9607
35	-0,0074	-0,9249	0,3802	1,2962
36	-0,0102	-0,7932	0,6089	1,1035
37	-0,0123	-0,9083	0,4183	0,9950
38	-0,0065	-0,7819	0,6234	0,9013
39	-0,0061	-0,8510	0,5252	1,0712
40	-0,0090	-0,8557	0,5175	1,3357
41	-0,0118	-0,8014	0,5981	0,7525
42	-0,0124	-0,9771	0,2126	1,2990
43	-0,0089	-0,8951	0,4458	1,0388
44	-0,0101	-0,8242	0,5663	1,1112
45	-0,0082	-0,8038	0,5949	0,8087
46	-0,0067	-0,8754	0,4845	0,9205
47	-0,0091	-0,9270	0,3752	0,7049

Fortsetzung Tabelle 2:

lfd.Nr.	b	r	S_r	y_{50}
48	-0,0105	-0,9710	0,2390	0,9735
49	-0,0114	-0,7331	0,6801	0,5315
50	-0,0096	-0,8328	0,5535	1,2362
51	-0,0037	-0,5739	0,8189	0,9492
52	-0,0017	-0,3017	0,9534	0,9731
53	-0,0071	-0,8010	0,5987	0,7453
54	-0,0152	-0,9333	0,3590	1,1248
55	-0,0129	-0,8737	0,4865	1,0658
56	-0,0086	-0,8679	0,4968	0,7659
57	-0,0115	-0,9081	0,4187	1,0496
58	-0,0114	-0,9207	0,3902	0,9671
59	-0,0121	-0,9348	0,3551	0,9885
60	-0,0167	-0,9811	0,1936	1,1113
61	-0,0071	-0,7862	0,6180	0,6114
62	-0,0044	-0,7231	0,6908	0,8247
63	-0,0195	-0,9768	0,2139	1,0617
64	-0,0117	-0,8595	0,5111	0,5997
65	-0,0116	-0,8921	0,4517	1,0458
66	-0,0057	-0,7211	0,6928	1,4070
67	-0,0099	-0,9063	0,4225	0,9572
68	-0,0153	-0,9562	0,2927	0,9783
69	-0,0104	-0,8954	0,4452	0,8870
70	-0,0111	-0,9039	0,4277	0,8521

Tabelle 3:

Steigung, Korrelationskoeffizient, Streuung und y_{50}-Wert in den untersuchten Pankreaten bei Einsetzen der Länge gegen log Außenfläche
Legende entsprechend Tabelle 2

lfd.Nr.	b	r	S_r	y_{50}
01	-0,0107	-0,8113	0,5846	1,0248
02	-0,0117	-0,8667	0,4988	1,0672

Fortsetzung Tabelle 3:

lfd.Nr.	b	r	S_r	y_{50}
03	-0,0131	-0,9048	0,4259	0,7049
04	-0,0047	-0,5713	0,8208	0,8892
05	-0,0049	-0,8861	0,4635	0,9555
06	-0,0088	-0,8653	0,5013	1,1116
07	-0,0133	-0,9151	0,4032	0,8132
08	-0,0085	-0,7864	0,6178	1,3831
09	-0,0090	-0,9040	0,4276	1,4385
10	-0,0034	-0,4975	0,8674	1,2764
11	-0,0089	-0,8989	0,4382	1,0602
12	-0,0105	-0,8778	0,4790	1,5823
13	-0,0101	-0,8140	0,5809	1,2230
14	-0,0142	-0,9527	0,3040	1,2080
15	-0,0204	-0,9828	0,1845	1,8972
16	-0,0108	-0,9574	0,2888	0,8913
17	-0,0067	-0,8143	0,5805	1,0306
18	-0,0032	-0,7268	0,6869	0,9453
19	-0,0079	-0,9040	0,4276	1,0035
20	-0,0109	-0,9413	0,3377	1,2813
21	-0,0107	-0,9579	0,2872	1,0562
22	-0,0077	-0,9457	0,3251	1,2110
23	-0,0053	-0,8242	0,5663	1,0629
24	-0,0083	-0,9547	0,2975	0,8556
25	-0,0098	-0,8250	0,5651	1,2495
26	-0,0091	-0,8051	0,5932	1,1677
27	-0,0061	-0,7621	0,6474	1,3946
28	-0,0068	-0,6695	0,7429	1,3290
29	-0,0101	-0,8722	0,4892	1,0482
30	-0,0088	-0,8985	0,4390	1,2244
31	-0,0089	-0,9202	0,3916	1,0656
32	-0,0064	-0,8376	0,5463	0,9946
33	-0,0079	-0,9371	0,3491	1,4760
34	-0,0078	-0,8676	0,4972	1,0980
35	-0,0067	-0,9232	0,3842	1,3894
36	-0,0101	-0,7946	0,6071	1,2118

Fortsetzung Tabelle 3:

lfd.Nr.	b	r	S_r	y_{50}
37	-0,0111	-0,9269	0,3754	1,1161
38	-0,0060	-0,7761	0,6306	1,0228
39	-0,0057	-0,8763	0,4818	1,2003
40	-0,0086	-0,8482	0,5297	1,3916
41	-0,0106	-0,7836	0,6213	0,9358
42	-0,0115	-0,9814	0,1921	1,3901
43	-0,0082	-0,9044	0,4266	1,1852
44	-0,0095	-0,8613	0,5080	1,2052
45	-0,0069	-0,7768	0,6298	1,0224
46	-0,0062	-0,8843	0,4669	1,0561
47	-0,0076	-0,4929	0,3332	0,9404
48	-0,0099	-0,9647	0,2634	1,0870
49	-0,0101	-0,7941	0,6078	0,7608
50	-0,0085	-0,8305	0,5570	1,3544
51	-0,0034	-0,6248	0,7808	1,0655
52	-0,0031	-0,4893	0,8721	1,0962
53	-0,0079	-0,8183	0,5748	0,9470
54	-0,0145	-0,9395	0,3427	1,1857
55	-0,0118	-0,8612	0,5082	1,1658
56	-0,0082	-0,9081	0,4188	0,9284
57	-0,0104	-0,9130	0,4080	1,1811
58	-0,0101	-0,9265	0,3762	1,1239
59	-0,0094	-0,8938	0,4485	1,1669
60	-0,0154	-0,9870	0,1608	1,1890
61	-0,0061	-0,8252	0,5648	0,8220
62	-0,0048	-0,7864	0,6177	0,9494
63	-0,0173	-0,9762	0,2170	1,1638
64	-0,0076	-0,8237	0,5671	0,8073
65	-0,0102	-0,8663	0,4995	1,1759
66	-0,0056	-0,7361	0,6769	1,4726
67	-0,0098	-0,8880	0,4599	1,0587
68	-0,0149	-0,9619	0,2734	1,0499
69	-0,0089	-0,8736	0,4867	1,0241
70	-0,0096	-0,9124	0,4092	0,9573

Tabelle 4:

Steigung, Korrelationskoeffizient, Streuung und y_{50}-Wert der untersuchten Pankreaten bei Einsetzen der Länge gegen log Quotient der Flächen:

b = Steigung, r = Korrelationskoeffizient, S_r = Streubreite, y_{50} = y-Wert bei x=50

lfd.Nr.	b	r	S_r	y_{50}
01	0,0004	0,4190	0,9080	0,1220
02	0,0006	0,4466	0,8947	0,0782
03	0,0021	0,8151	0,5793	0,1572
04	0,0008	0,3736	0,9276	0,1464
05	0,0013	0,7723	0,6352	0,1671
06	0,0017	0,9576	0,2880	0,1458
07	0,0011	0,3237	0,9462	0,2029
08	0,0001	0,0460	0,9989	0,0672
09	0,0005	0,6855	0,7281	0,0628
10	-0,0004	-0,3455	0,9384	0,1091
11	0,0024	0,8477	0,5305	0,1848
12	0,0003	0,2741	0,9617	0,0877
13	0,0003	0,1455	0,9894	0,1942
14	0,0016	0,3487	0,9372	0,0810
15	0,0014	0,8962	0,4437	0,0382
16	0,0030	0,8625	0,5061	0,2654
17	-0,0004	-0,1459	0,9893	0,2111
18	-0,0007	-0,4443	0,8959	0,1104
19	0,0043	0,8893	0,4573	0,2435
20	0,0018	0,8869	0,4619	0,1416
21	0,0006	0,4561	0,8899	0,1848
22	0,0006	0,5799	0,8147	0,1410
23	-0,0002	-0,1543	0,9880	0,1262
24	-0,0001	-0,0994	0,9950	0,1809
25	0,0011	0,8452	0,5344	0,0979
26	0,0008	0,4347	0,9006	0,1264
27	0,0007	0,7443	0,6678	0,0689
28	-0,0010	-0,4676	0,8889	0,0901

Fortsetzung Tabelle 4:

lfd.Nr.	b	r	s_r	y_{50}
29	0,0006	0,5034	0,8641	0,1173
30	0,0009	0,5893	0,8079	0,0959
31	0,0021	0,6633	0,7483	0,2569
32	-0,0002	-0,0919	0,9953	0,1810
33	0,0009	0,6043	0,7969	0,0803
34	0,0007	0,3792	0,9253	0,1373
35	0,0007	0,5503	0,8350	0,0932
36	0,0002	0,0903	0,9959	0,1133
37	0,0012	0,6927	0,7213	0,1211
38	0,0005	0,5787	0,8155	0,1215
39	0,0004	0,4064	0,9137	0,1291
40	0,0004	0,7000	0,7141	0,0559
41	0,0012	0,7711	0,6367	0,1833
42	0,0010	0,8505	0,5261	0,0911
43	0,0007	0,3984	0,9172	0,1465
44	0,0006	0,3756	0,9268	0,0940
45	0,0013	0,6501	0,7598	0,2138
46	0,0005	0,3314	0,9435	0,1357
47	0,0015	0,7062	0,7080	0,2355
48	0,0006	0,5652	0,8250	0,1135
49	0,0012	0,2951	0,9555	0,2293
50	0,0011	0,7630	0,6464	0,1181
51	0,0003	0,1615	0,9869	0,1164
52	-0,0014	-0,8211	0,5708	0,1231
53	-0,0008	-0,3286	0,9445	0,2017
54	0,0007	0,7373	0,6756	0,0609
55	0,0011	0,8268	0,5624	0,1000
56	0,0004	0,1907	0,9816	0,1625
57	0,0011	0,6695	0,7428	0,1315
58	0,0013	0,7674	0,6412	0,1568
59	0,0027	0,7647	0,6444	0,1785
60	0,0013	0,7262	0,6874	0,0777
61	0,0010	0,4393	0,8983	0,2107
62	-0,0004	-0,4530	0,8915	0,1247

Fortsetzung Tabelle 4:

lfd.Nr.	b	r	S_r	y_{50}
63	0,0022	0,8944	0,4472	0,1022
64	0,0041	0,7558	0,6548	0,2076
65	0,0014	0,8614	0,5079	0,1302
66	0,0001	0,2360	0,9717	0,0656
67	0,0001	0,0686	0,9976	0,1015
68	0,0004	0,4877	0,8730	0,0716
69	0,0015	0,6954	0,7186	0,1372
70	0,0015	0,5715	0,8206	0,1052

Die Werte in den Tabellen und die folgenden Abbildungen (Abb. 4,5 und 6) zeigen,daß log A und log I fallende Tendenz haben, das heißt die Flächen nehmen im Verlauf jedes Pankreasganges ab, der Ductus pancreaticus wird gegen den Pankreasschwanz hin enger. Der log $\frac{A}{I}$ zeigt dagegen steigende Tendenz, folglich nimmt die relative Wanddicke bei jedem Pankreas gegen Ende zu.
Oder anders ausgedrückt: Mit zunehmendem Abstand von der Papille wird die Wand des Ductus pancreaticus relativ zur Lumenweite dicker.
Zehn Pankreaten brechen aus dieser Regel aus und zeigen ein anderes Verhalten. Ihre Kasuistik findet sich im Anhang unter Nr. 3.

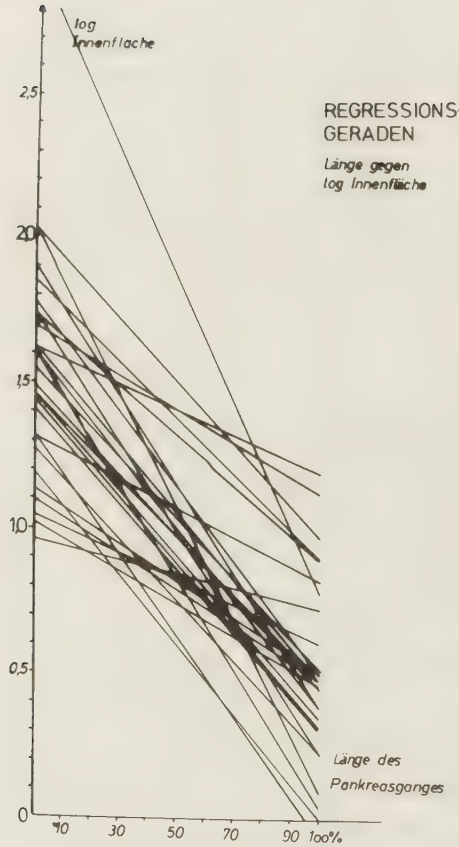

Abb. 4

Regressionsgeraden für log I bei 29 Pankreaten

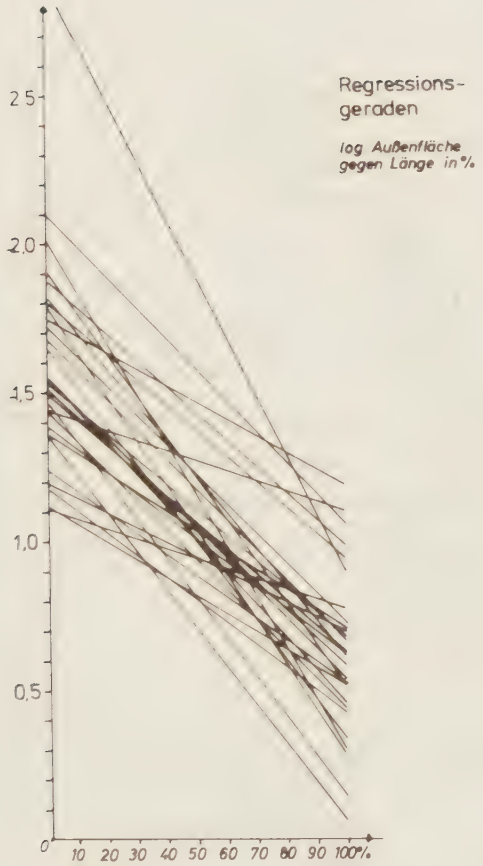

Abb. 5

Regressionsgeraden für log A bei 29 Pankreaten

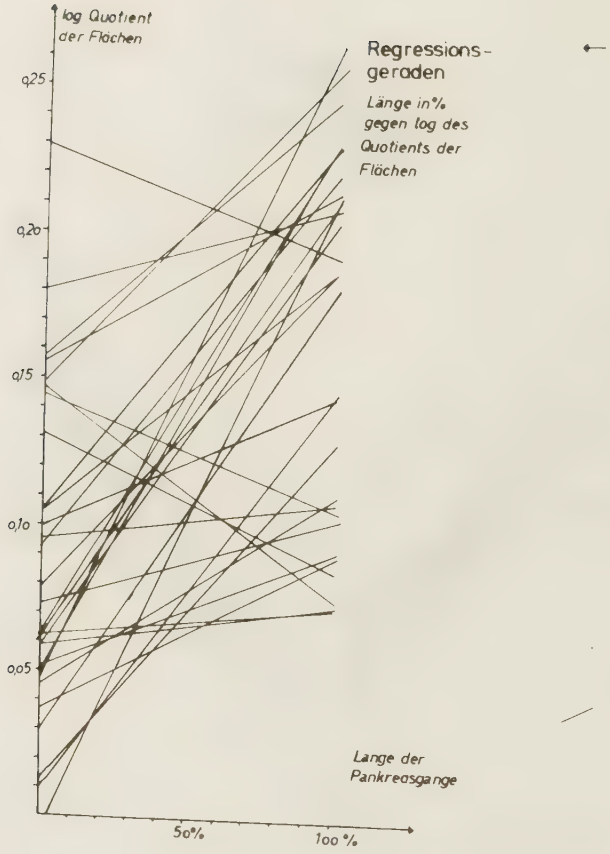

Abb. 6

Regressionsgeraden für $\log \frac{A}{I}$ bei 29 Pankreaten

Es handelt sich jeweils um die selben willkürlich ausgewählten Fälle.

2. Problem: Wie verhalten sich die Pankreasgänge im Mittel, das heißt wie sieht der typische Ductus pancreaticus aus?

Die n = 70 Pankreaten gliedern sich in 39 Gesunde und 31 Kranke. Von letzteren haben 20 Gallenbeschwerden, 7 akute oder leichte chronische Pankreatitiden und 4 beide Krankheiten.
Wir betrachten zwei Gruppen: Gesunde und Kranke.
Für diese beiden Gruppen soll versucht werden, einen typischen Gang zu konstruieren.
Zunächst wurde für jede Gruppe die Regressionsgerade für den log der Außenflächen und den log der Innenflächen berechnet. Tabelle 5 und 6 geben die für Berechnung der Regressionsgeraden nötigen Werte wieder.

Tabelle 5:

Gruppe der gesunden Pankreaten
$\bar{x}_G$ = Mittelwerte, $S\bar{x}_G$ = Standardabweichung,
b = Steigung, r = Korrelationskoeffizient,
S_r = Streubreite, y_{50} = y-Wert bei x = 50

		$\bar{x}_G$	$S\bar{x}_G$
log I	b:	-0,0098026	0,0005464
	r:	-0,83708	0,016607
	S_r:	0,51743	0,023539
	y_{50}:	0,98247	0,036393

Fortsetzung Tabelle 5:

		$\bar{x}_G$	$S\bar{x}_G$
log A	b:	-0,0087462	0,0046514
	r:	-0,84769	0,013813
	S_r:	0,50724	0,021082
	y_{50}:	1,1159	0,030868
$\log \frac{A}{I}$	b:	0,0010641	0,00017654
	r:	0,49676	0,058439
	S_r:	0,76804	0,029718
	y_{50}:	0,13361	0,0081094

Tabelle 6:

Gruppe der kranken Pankreaten

$\bar{x}_K$ = Mittelwerte, $S\bar{x}_K$ = Standardabweichung,
b = Steigung, r = Korrelationskoeffizient
S_r = Streubreite, y_{50} = y-Wert bei x = 50

		$\bar{x}_K$	$S\bar{x}_K$
log I	b:	-0,01001	0,00073967
	r:	-0,84170	0,028203
	S_r:	0,48043	0,035051
	y_{50}:	1,0048	0,047643
log A	b:	-0,009371	0,006468
	r:	-0,86375	0,021938
	S_r:	0,45651	0,032199
	y_{50}:	1,1387	0,039929

Fortsetzung Tabelle 6:

		$\bar{x}_K$	$s\bar{x}_K$
$\log \frac{A}{I}$	b:	0,00091585	0,00066577
	r:	0,418603	0,38012891
	S_r:	0,45899	0,80506869
	y_{50}:	0,1243111	0,13415532

Aus Gleichung (7) folgt:

(8) $10^y = 10^{y_{50}} \cdot 10^{b(x - 50)}$

$= 10^{y_{50} + b(x - 50)}$

Durch Einsetzen der obigen Werte kann man jetzt den typischen mittleren Gang berechnen und erhält als Ergebnis für die Gruppe der gesunden Pankreaten:

$A = 10^{1,1159 - 8,7462 \cdot 10^{-3} \cdot (x - 50)}$

$I = 10^{9,8247 \cdot 10^{-1} - 9,8026 \cdot 10^{-3} \cdot (x - 50)}$

Für die Gruppe der kranken Pankreaten erhält man:

$A = 10^{1,1387 - 9,371 \cdot 10^{-3} \cdot (x - 50)}$

$I = 10^{1,0048 - 1,001 \cdot 10^{-2} \cdot (x - 50)}$

Da das Mikroskop 19fach vergrößerte, die Flächen also 361fach vergrößert abgezeichnet wurden, muß man, um zur tatsächlichen Größe der Flächen zu kommen, im Exponenten der obigen Gleichungen jeweils den log von 361 = 2,5575 subtrahieren.
Die Formeln sehen dann folgendermaßen aus:

Für die Gruppe der gesunden Pankreaten:

$$A = 10^{1,1159 - 8,7462 \cdot 10^{-3} \cdot (x - 50) - 2,5575}$$

$$I = 10^{9,8247 \cdot 10^{-1} - 9,8026 \cdot 10^{-3} \cdot (x - 50) - 2,5575}$$

Für die Gruppe der kranken Pankreaten:

$$A = 10^{1,1387 - 9,371 \cdot 10^{-3} \cdot (x - 50) - 2,5575}$$

$$I = 10^{1,0048 - 1,001 \cdot 10^{-2} \cdot (x - 50) - 2,5575}$$

Tabelle 7 zeigt die Werte, die sich nach diesen Formeln für den Gang eines gesunden Pankreas errechnen, Tabelle 8 die entsprechenden Werte für die von uns untersuchten krankhaft veränderten Pankreaten.

Tabelle 7:

Errechnete Maße des typischen normalen Pankreasganges

X% = Abstand von der Papille in % der Gesamtlänge des Ganges, A = Außenfläche, R = großer Radius, I = Innenfläche, r = kleiner Radius, R-r = Wanddicke delta.

X%	A	R	I	r	$100\frac{I}{A}$%	R-r
0	9,90	1,77	8,22	1,61	83,03	0,16
10	8,09	1,61	6,56	1,45	81,08	0,16
20	6,61	1,45	5,23	1,29	79,12	0,16
30	5,41	1,31	4,18	1,15	77,26	0,16
40	4,42	1,18	3,35	1,03	75,79	0,15
50	3,61	1,07	2,66	0,92	73,68	0,15
60	2,95	0,97	2,12	0,82	71,86	0,15
70	2,42	0,88	1,69	0,74	69,83	0,14
80	1,98	0,79	1,35	0,66	68,18	0,13
90	1,62	0,71	1,08	0,58	66,66	0,13
100	1,32	0,65	0,86	0,52	65,15	0,13

Tabelle 8:

Errechnete Maße des typischen kranken Pankreasganges

X% = Abstand von der Papille in % der Gesamtlänge des Ganges, A = Außenfläche, R = großer Radius, I = Innenfläche, r = kleiner Radius, R-r = Wanddicke delta.

X%	A	R	I	r	$100\frac{I}{A}\%$	R-r
0	11.21	1.88	8.87	1.68	79.08	0.20
10	9.03	1.69	7.04	1.49	77.93	0.20
20	7.28	1.52	5.59	1.33	76.80	0.19
30	5.87	1.37	4.44	1.18	75.65	0.19
40	4.73	1.22	3.53	1.06	74.53	0.16
50	3.81	1.10	2.80	0.94	73.47	0.16
60	3.07	0.99	2.22	0.84	72.41	0.15
70	2.48	0.89	1.77	0.74	71.36	0.15
80	1.99	0.79	1.40	0.67	70.28	0.12
90	1.60	0.71	1.11	0.59	69.19	0.12
100	1.30	0.64	0.88	0.53	68.16	0.11

Anhand dieser Daten läßt sich jetzt der typische Gang für die gesunden Pankreaten (für die ein Durchschnittsalter von 53,5 Jahren ermittelt wurde) und ein typischer Gang für die kranken Fälle (mit einem Durchschnittsalter von 65 Jahren) zeichnen. (Abb. 6)

Die Frage ist nun, ob ein signifikanter Unterschied zwischen gesunden und kranken Fällen im Gangverlauf besteht. Bei Betrachtung der Abbildung scheint der Unterschied, wenn überhaupt vorhanden, sehr gering. Eine eindeutige Beantwortung dieser Frage ist mit Hilfe des t-Tests (19) möglich:

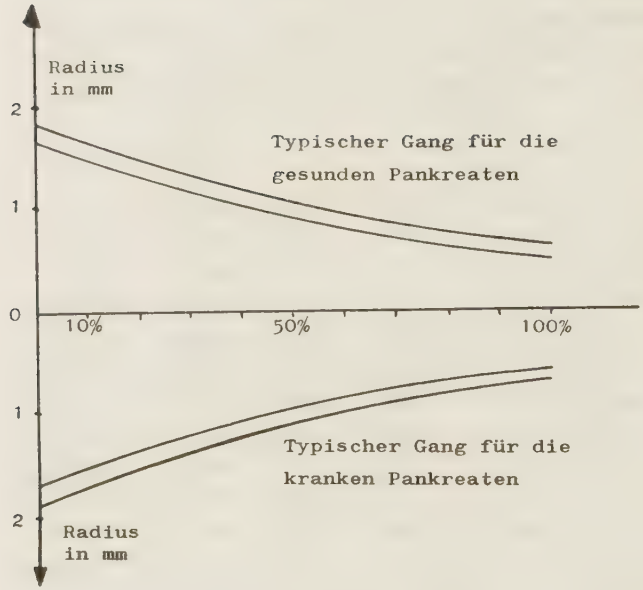

Abb. 7 Typischer Gangverlauf für die gesunden (obere Hälfte) und die kranken (untere Hälfte) Pankreaten.

Die für den Außen- und den Innenradius aus Mittelwerten errechneten Werte in Tabelle 7 und 8 zeigen einen Streubereich (σ) von 25% nach oben bezw. nach unten. Dieser Wert ist geschätzt. (Innerhalb des Bereiches 1σ liegen definitionsgemäß 95% der Werte, aus denen der Mittelwert gebildet wurde.)
Der Streubereich ist in Abbildung 7a für R und in Abb. 7b für r der gesunden Pankreaten eingezeichnet. Für die kranken Pankreaten gilt entsprechendes.

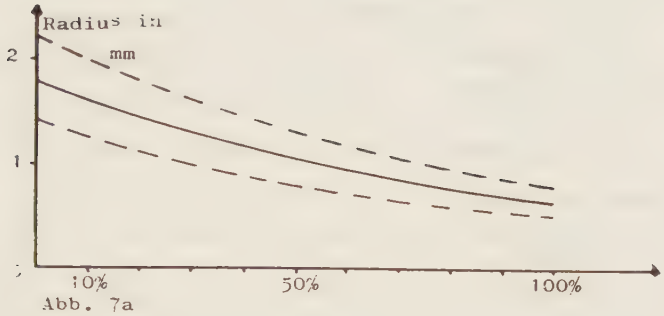

Abb. 7a

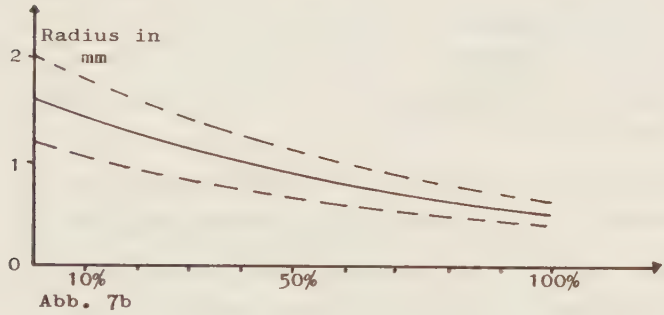

Abb. 7b

Abb. 7a und 7b Streubereich σ der Werte von R in 7a und von r in 7b

Für den t-Test gilt: $t = \frac{d}{S_d} = \frac{\text{Differenz}}{\text{Standardabweichung der Differenz}}$

Ist "t" größer als 1,96, besteht eine Signifikanz der Unterschiede auf dem 5%-Niveau.

Ist "t" größer als 2,576, so besteht eine Signifikanz der Unterschiede auf dem 1%-Niveau.

Die Ausrechnung von d und S_d findet sich im Anhang unter Nummer 4. Die Prüfung von d und S_d mit dem t-Test ergab nun folgende Ergebnisse:

log A:	b:	0,78425466
	r:	0,61949337
	S_r:	1,31811769
	y_{50}:	-0,45175907
log I:	b:	0,22553284
	r:	0,14315407
	S_r:	0,87633036
	y_{50}:	-0,37246135
$\log \frac{A}{I}$	b:	1,37562522
	r:	1,10121327
	S_r:	0,57012526
	y_{50}:	0,92662773

Der t-Test ist in keinem Falle signifikant, da alle Werte kleiner als 1,96 sind, also nicht das 5%-Niveau erreichen. Es bestehen also keine signifikanten Unterschiede zwischen gesunden und kranken Pankreaten im Gangverlauf. Auch die Überprüfung der Untergruppen des Kollektivs kranker Pankreaten ergab keine signifikanten Unterschiede gegenüber dem Normalkollektiv.

3. Problem: Besteht ein Altersunterschied in den Gangverläufen?

Für die Berechnung der Regressionsgeraden wurden 4 Werte herangezogen: die Steigung b, der Korrelationskoeffizient r, die Streubreite S_r und der y_{50}-Wert, das ist der Wert, den die jeweilige Regressionsgerade bei x = 50 hat.

Der y_{50}-Wert ist also der y-Wert auf der Hälfte des Pankreasganges. Alle Werte wurden geprüft, ob bei ihnen eine Abhängigkeit vom Alter des Falles feststellbar ist. Eine derartige Abhängigkeit ergab sich nur für den y_{50}-Wert: y_{50} steigt mit dem Alter an und zwar sowohl bei den gesunden als auch bei den Fällen mit Pankreatitis und Gallenwegserkrankung. Dies wurde mit dem t-Test geprüft. (Signifikanz auf dem 5%-Niveau!)
Werden y_{50} und b der Regressionsgeraden in Abhängigkeit vom Alter angegeben und sei a das Alter, so läßt sich folgende Altersabhängigkeit berechnen:

Für die Außenflächen gilt:

$$y_{50} = 9{,}0829 \cdot 10^{-1} + 3{,}8822 \cdot 10^{-3} \cdot a$$
$$b = -9{,}2696 \cdot 10^{-3} + 9{,}7868 \cdot 10^{-6} \cdot a$$

Für die Innenflächen gilt:

$$y_{50} = 7{,}3208 \cdot 10^{-1} + 4{,}6815 \cdot 10^{-3} \cdot a$$
$$b = -1{,}0929 \cdot 10^{-2} + 2{,}1057 \cdot 10^{-5} \cdot a$$

Für die Flächenberechnung des Pankreasganges in Abhängigkeit vom Alter ergeben sich nach (8) nun folgende Formeln:

(9) $$A = 10^{E_A} \cdot 10^{-2{,}5575}$$
$$E_A = 9{,}0829 \cdot 10^{-1} + 3{,}8822 \cdot 10^{-3} \cdot a - 9{,}2696 \cdot 10^{-3} \cdot (x-50) + 9{,}7868 \cdot 10^{-6} \cdot a \cdot (x-50) - 2{,}5575$$

2,5575 = log 361 = die Vergrößerung des Mikroskops, die abgezogen werden muß, um die tatsächlichen Verhältnisse wiederzugeben.

$$(10) \quad I = 10^{E_I} \cdot 10^{-2,5575}$$

$$E_I = 7,3208 \cdot 10^{-1} + 4,6815 \cdot 10^{-3} \cdot a - 1,0929 \cdot 10^{-2} \cdot (x-50) + 2,1057 \cdot 10^{-5} \cdot a \cdot (x-50) - 2,5575$$

Mit Hilfe der Formeln (9) und (10) läßt sich für jedes Alter an jeder Stelle des Pankreasganges die Größe der Außenfläche, bezw. die der Innenfläche angeben. Durch Teilung dieser Fläche durch π (= 3,1415927), Ziehen der Wurzel und Multiplikation mit 2 gelangt man zum Durchmesser des Ganges an dieser Stelle, wie er sich auch bei Darstellung des Ductus pancreaticus in der ERCP findet.
Da die Formeln sehr lang und unübersichtlich sind, wurde Tabelle 9 errechnet, aus der die lichte Weite des Ductus pancreaticus für die Altersstufen von 20 bis 80 Jahren an verschiedenen Stellen des Gangs ablesbar sind. Diese Werte wurden in oben angegebener Weise ermittelt. Da sich bei der ERCP nur die Lumina anfüllen, ist für den Kliniker allein der Innendurchmesser von Bedeutung. Deshalb haben wir uns mit der Ausrechnung dieser Werte begnügt. Die (geschätzte) Streuung beträgt dabei wiederum 25%. Mit Formel (9) lassen sich in entsprechender Weise die Außendurchmesser ermitteln.

Tabelle 9:

Durchmesser des Ductus pancreaticus in mm an verschiedenen Stellen des Ganges in Prozent der Ganglänge in Abhängigkeit vom Alter in Jahren

									Länge in		
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%		
Alter											
20	2.81	2.40	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1.53	1.38	[illegible]	1.06	[illegible]	[illegible]
30	2.93	2.60	2.31	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1.1[illegible]	1.0[illegible]	[illegible]
40	[illegible]	[illegible]	2.42	2.16	1.92	1.71	1.52	1.35	1.20	1.07	[illegible]
50	[illegible]	[illegible]	2.54	2.27	2.02	1.81	1.61	1.44	1.28	1.14	1.02
60	[illegible]	2.97	2.66	2.38	2.13	1.90	1.70	1.53	1.36	1.22	1.[illegible]
70	[illegible]	[illegible]	2.79	2.50	2.24	2.01	1.80	1.61	1.45	1.30	1.17
80	3.61	[illegible]	2.92	[illegible]	2.36	2.12	1.90	1.71	1.54	1.39	1.25

Als nächstes stellte sich die Frage, um wieviel der Innendurchmesser pro Jahr zunimmt, das heißt um welchen prozentsatz der Gang pro Jahr weiter wird. Dazu kann folgende Überlegung angestellt werden:

Die prozentuale Zunahme der Innenfläche ergibt sich als

$$100 - \frac{Ia}{Ia+1} \cdot 100$$

$$= 100 - \left(10^{E_{Ia}} - {}^{E_{Ia+1}} + 2 \right)$$

$$= 100 - 10^{2} - 4{,}6815 \cdot 10^{-3} - 2{,}1057 \cdot 10^{-5} (x-50$$

Um nun die prozentuale jährliche Zunahme des Innen-

durchmessers zu errechnen, überlegen wir folgendes:

$$I = \pi \cdot r_I^2$$

Es gilt dann:

$$100 - \frac{Ia}{Ia+1} \cdot 100 = 100 - \frac{\pi \cdot r_{Ia}^2}{\pi \cdot r_{Ia+1}^2} \cdot 100$$

$$= 100 - \left(\frac{r_{Ia}}{r_{Ia+1}} \right)^2 \cdot 100$$

Für den Durchmesser gilt entsprechend:

$$= 100 - \frac{\text{Durchmesser a}}{\text{Durchmesser a+1}} \cdot 100$$

$$= 100 - \frac{2r_a}{2r_{a+1}} \cdot 100$$

$$= 100 - \frac{r_a}{r_{a+1}}$$

Die jährliche Zunahme des Innendurchmessers pro Jahr beträgt somit:

$$100 - \sqrt{\frac{Ia}{Ia+1}} \cdot 100$$

$$= 100 - 10^{2 - 2,34075 \cdot 10^{-3} - 1,0528 \cdot 10^{-5} \cdot (x-50)}$$

$$= 100 - 10^{1,9976593} \cdot 10^{-1,0528 \cdot 10^{-5} \cdot (x-50)}$$

$$= 100 - 99,462484 \cdot 10^{-1,0528 \cdot 10^{-5} \cdot (x-50)}$$

Da der 2. Faktor der Gleichung höchstens (für x=100)

0,99878, beträgt, also immer noch nahzu 1 ist, kann er vernachlässigt werden.

$$= 100 - 99{,}462484$$

$$= 0{,}5375\%$$

Der Innendurchmesser nimmt somit jährlich um etwa 0,54% zu.

In gleicher Weise errechnet sich die prozentuale jährliche Zunahme des Außendurchmessers:

$$100 - \frac{d_a}{d_{a+1}} \cdot 100$$

$$= 100 - 10^{2 - 1{,}9411 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-4{,}8934 \cdot 10^{-6} \cdot (x-50)}}$$

$$= 100 - 10^{1{,}9980589 \cdot 10^{-4{,}8934 \cdot 10^{-6} \cdot (x-50)}}$$

Auch hier beträgt der 2 Faktor höchstens 0,994368, bleibt also nahezu 1 und kann daher vernachlässigt werden.

$$= 100 - 99{,}554042$$

$$= 0{,}4459\%$$

Der Außendurchmesser nimmt also jährlich um etwa 0,45% zu.

Ein weiteres Problem ist, inwieweit die relative Wanddicke altersabhängig ist. Zur Bestimmung der Altersabhängigkeit der relativen Wanddicke $\frac{\Delta}{R}$ ist von der Ableitung in Anhang Nr.1 auszugehen:

Danach ist: $\log \frac{A}{I} = \frac{\Delta}{R} \cdot 2 \log e$

$$\frac{\Delta}{R} = \log \frac{A}{I} \cdot \frac{1}{2} \log e$$

$$\log \frac{A}{I} = \log A - \log I = E_A - E_I$$

Dann beträgt die relative Wanddicke:

$$\frac{R-r}{R} = \frac{\Delta}{R} = E_A - E_I \cdot \frac{1}{2} \log e$$

das heißt:

$$\frac{\Delta}{R} = \left[0{,}17621 - 7{,}993 \cdot 10^{-4} \cdot a + 1{,}659 \cdot 10^{-3} \cdot (x-50) - 1{,}127 \cdot 10^{-5} \cdot a \cdot (x-50)\right] \cdot \frac{1}{2} \log e$$

Für x = 50, d.h. für die Mitte des Pankreasganges vereinfacht sich der Ausdruck zu:

$$\frac{\Delta}{R} = (0{,}17621 - 7{,}9931 \cdot 10^{-4} \cdot a) \cdot \frac{1}{2} \log e$$

$$\frac{\Delta}{R} = \frac{0{,}17621}{0{,}868589} - \frac{7{,}9931 \cdot 10^{-4} \cdot a}{0{,}868589}$$

$$\frac{\Delta}{R} = 0{,}2028693 - 9{,}202 \cdot 10^{-4} \cdot a$$

Die aus dieser Gleichung ermittelten Werte zeigt in 10-Jahresstufen die Tabelle 10. Insgesamt nimmt die relative Wanddicke vom 20. bis zum 80. Lebensjahr um 29,9% ab.

Tabelle 10:

Werte der relativen Wanddicke für die Mitte des Pankreasganges (bei x = 50) in 10-Jahresstufen

Lebensalter	relative Wanddicke
20	0,1844
30	0,1752
40	0,1660
50	0,1568
60	0,1476
70	0,1384
80	0,1293

4. Problem: Besteht eine Altersabhängigkeit der Pankreasganglänge?

Unabhängig von den bisherigen Untersuchungen wurde versucht, die Abhängigkeit der Pankreasganglänge vom Alter zu ermitteln. Die Regressionsgerade ist in Abbildung 8 dargestellt. Die Korrelation ist signifikant.

In der Abbildung ist außerdem die 95%-Streuungsellipse eingezeichnet.

r = 0,345

t = 3,04 für 68 Freiheitsgrade

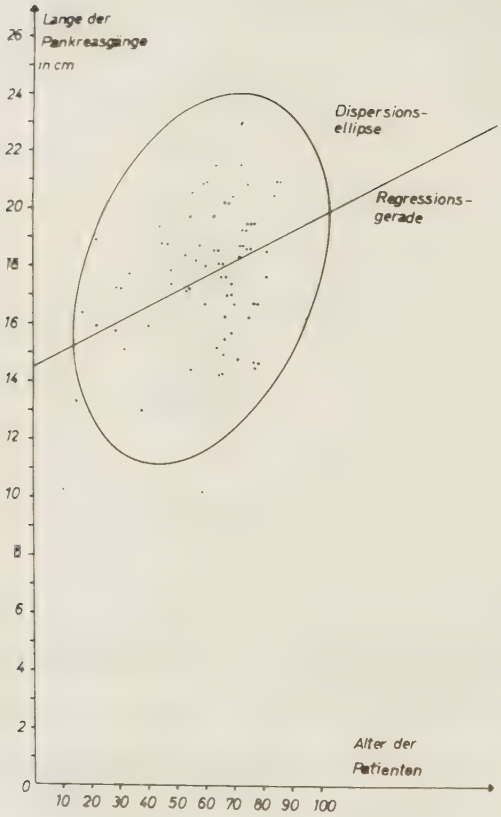

Abb. 8
Regressionsgerade und 95%-Streuungsellipse für die Beziehung Pankreasganglänge : Lebensalter

Wenn t größer als 2,576 wird, ist der t-Test auf dem 1%-Niveau signifikant, die Irrtumswahrscheinlichkeit also kleiner als 0,01. Dies ist hier der Fall. Es besteht also eine Abhängigkeit der Länge des Pankreasganges vom Alter, die auf dem 1%-Niveau signifikant ist: Der Gang wird mit zunehmendem Alter nach folgender Formel länger:

(11) Länge in cm = $14{,}462 + 5{,}125 \cdot 10^{-2}$ cm · Alter

Diskussion:

Die Problematik dieser Arbeit betrifft die Korrelation von klinischen Befunden bei der retrograden Pankreasgangdarstellung (ERCP) und den morphologisch faßbaren Gang- und Organveränderungen.
In der vorliegenden Arbeit wurden folgende Fragestellungen angegangen:
1. Wie verhält sich ganz allgemein die lichte Weite des Ductus pancreaticus maior zur Wanddicke in Abhängigkeit von der Länge des Ganges?
2. Besteht ein Altersunterschied in den Gangverläufen?
3. Wird der Gangverlauf durch eine akute Pankreatitis, durch eine leichte chronische Pankreatitis oder durch Gallenwegsleiden beeinflußt?

Zur Gewinnung der Daten wurden 70 Pankreaten an Stufenschnitten planimetrisch vermessen. Diese Methode ist sehr genau, gestattet es aber nicht, Krankheiten, die mit stärkeren Umbauvorgängen am Pankreas einhergehen, zu erfassen. So ruft beispielsweise ein Pankreaskarzinom so hochgradige Veränderungen des Gangsystems hervor, daß die Meßwerte statistisch nicht zu verwerten gewesen wären. Das gleiche gilt für die pathologisch-anatomischen Veränderungen bei schwererer chronischer Pankreatitis. In allen diesen Fällen liefert die endoskopische

Röntgenkontrastdarstellung des Pankreasganges aber meist so eindeutige Ergebnisse, daß diese Fälle nicht in der unmittelbaren Problematik dieser Arbeit liegen.

Unsere Untersuchung brachte folgende Ergebnisse:

1. Die Wand des Ductus pancreaticus wird mit zunehmendem Abstand von der Papille relativ dicker, während die absolute Wanddicke abnimmt. (Tab.7 und Tab.8) Bei den 10 Fällen, bei denen die relative Wanddicke mit dem Abstand von der Papille abnahm, bestanden meistens erhebliche autolytische Veränderungen der Wand des Ductus pancreaticus, die wir für diese Abweichungen verantwortlich machen. Aus der weiteren Auswertung wurden diese Fälle ausgeschlossen.

2. Der Pankreasgang weist beim Erwachsenen ein stetiges Längenwachstum auf, das-mit einer allerdings weiten Streuung - der Gleichung

$$\text{Länge (in cm)} = 14{,}462 + 5{,}125 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Lebensalter}$$

folgt.

Auch die Zunahme des Innen- und des Außendurchmessers ließ sich in ähnlichen Gleichungen erfassen. In etwa nimmt der innere Durchmesser jährlich um 0,54%, der äußere Durchmesser um 0,45% zu. Die Streuung dieser Werte ändert sich mit dem Alter nicht.

3. Das Kollektiv der kranken Fälle, das heißt der Pankreaten, bei denen eine leichte oder schwere akute Pankreatitis, eine leichte chronische Pankreatitis, ein Gallenwegsleiden oder ein Gallenwegsleiden mit einer akuten Pankreatitis vorlag, zeigte keinen statistisch signifikanten Unterschied gegenüber dem Normalkollektiv.

Untersuchungen zu den Altersveränderungen des Pankreasganges wurden von KREEL und SANDIN (13)(1973) und KASUGAI et al.(10,11) (1975) durchgeführt. KREEL und SANDIN sahen keine signifikante Längenzunahme des Pankreasganges mit dem Alter, fanden aber über die gesamte Länge des Ganges eine jährliche Zunahme der Weite um 0,8%. KASUGAI konnte an seinem Material eine Weitenzunahme jenseits des 50. Lebensjahres nur vermuten, aber nicht beweisen. Unsere Untersuchungen zeigen eindeutig, daß sowohl die Ganglänge als auch die -weite mit dem Alter zunimmt. Wir konnten diese Zusammenhänge sogar in mathematischen Gleichungen erfassen. THOMA (15, 1977) konnte zeigen, daß auch die Nebenäste des Hauptganges eine derartige Weitenzunahme mit dem Alter aufweisen.

Als charakteristische röntgenologisch faßbare krankhafte Veränderungen gelten Dilatation, Stenose, Konturunschärfen und Kaliberschwankungen, die in ihrer Ausprägung von der Dauer und der Intensität

der Pankreaserkrankungen abhängig sind (ANACKER 1975, 2, 16). Offen ist die Frage, wie weit bereits geringe und kurz dauernde Krankheitszustände zu Gangveränderungen führen. ANACKER (1975 2,16) sieht in Kaliberschwankungen die ersten Zeichen einer Pankreaserkrankung. Wir versuchten aufgrund von duktographisch faßbaren Gangveränderungen zwischen verschiedenen Graden einer chronischen, bezw. leichten akuten Pankreatitis zu differenzieren. Unsere Ergebnisse zeigen, daß die normalen Pankreaten keine Weitenunterschiede des Pankreasganges gegenüber Pankreaten mit akuter Entzündung, leichter chronischer Entzündung bei Gallenwegserkrankung oder Gallenwegserkrankungen mit schwerer akuter Pankreatitis aufweisen. Zur Frage, ob diese Erkrankungen bereits zu Kaliberschwankungen geführt haben, läßt sich aufgrund unserer Untersuchungen keine Stellung nehmen.

Zusammenfassung

An 70 Pankreaten von Sektionsfällen wurden Vermessungen des Ductus pancreaticus maior durchgeführt. 7 Patienten litten an einer akuten oder einer leichten chronischen Pankreatitis, 20 an einer Gallenwegserkrankung, 4 an einer schweren akuten Pankreatitis und Gallenwegsleiden. 39 wiesen keine Erkrankungen des Pankreas oder der Gallenwege auf. In den Pankreaten wurde das Gangsystem mit einem Kontrastmittel aufgefüllt. Nach Formalinfixation wurden die Pankreaten in 8 mm dicke Scheiben zerlegt, von denen jeweils ein histologischer Schnitt angefertigt wurde. An diesen Schnitten sowie an den Röntgenaufnahmen des Gesamtpankreas wurden die Messungen durchgeführt. Die Meßwerte wurden statistisch ausgewertet.

Die Untersuchungen brachte folgende Ergebnisse:

1. Mit zunehmendem Abstand von der Papille nimmt die relative Wanddicke des Ductus pancreaticus zu, während die absolute Wanddicke abnimmt.
2. Mit steigendem Alter nimmt der Außen- und der Innendurchmesser des Ganges gleichmäßig auf der ganzen Länge zu, während die relative Wanddicke, allerdings wesentlich geringer, abnimmt. Die Länge des Pankreasganges nimmt mit dem Alter zu. Diese Beziehungen ließen sich in mathematischen Gleichungen erfassen.

3. Die Pankreaten bei akuter Pankreatitis und leichter chronischer Pankreatitis sowie bei Gallenwegsleiden wiesen in Ganglänge, äußerem und innerem Durchmesser sowie in der relativen Wanddicke keine statistisch signifikanten Unterschiede gegenüber dem Normalkollektiv auf.

Anhang

Nr.1: Ableitung Quotient $\frac{A}{I} \hat{=}$ der relativen Wanddicke

Nimmt man an, daß der Gang einen kreisförmigen Querschnitt hat, so ist: $I = \pi \cdot r^2$

und $A = \pi \cdot R^2$,

wobei r und R die Radien von Innen- und Außenfläche sind.

$\log \frac{A}{I}$ ist dann $2 \log R - 2 \log r$

Nach der Taylor'schen Formel gilt annäherungsweise:

$\log (x + h) = \log x + \frac{h}{x} \cdot \log e$

$M = \log e = 0{,}43429$

$r = R - \Delta$

Δ = Wanddicke

Deshalb gilt:

$\log r = \log (R-\Delta) = \log R - \frac{\Delta}{R} \cdot M$

Setzt man diesen Wert für log r ein, so ergibt sich:

$$y = \log \frac{A}{I} = 2 \log R - 2 \log r$$
$$= 2 (\log R - \log r)$$
$$= 2\left[\log R - \log (R-\Delta)\right]$$
$$= 2 \left(\log R - \log R + \frac{\Delta}{R} \cdot M\right)$$
$$y = 2 \frac{\Delta}{R} \cdot M$$

Bis auf den Faktor $2 M = 2 \log e = 0{,}868589$ ist $\log \frac{A}{I}$ also die auf den Radius bezogene relative Wanddicke. Aus diesem Grunde wurde $\frac{A}{I}$ statt des relativen Anteils der Innenfläche an der Außenfläche $\frac{I}{A}$ verwendet.

Nr.2: Allgemeines zur Berechnung von Varianz und Standardabweichung:

Varianz um die Regressionsgerade = $s_y^2 \cdot (1-r^2)$

s_y^2 = Gesamtvarianz von y

r = Korrelationskoeffizient für die Korrelaten von y und x.

$s_y \cdot \sqrt{1-r^2}$ = Standardabweichung von y um die Regressionsgerade.

Angegeben wurde die Standardabweichung von y um die Regressionsgerade in standardisierter Form:

$S_r = \sqrt{1-r^2}$

Was messen r und $\sqrt{1-r^2}$?

r größer als 0 : Gerade steigt

r kleiner als 0 : Gerade fällt

$r = \pm 1$: absolute Korrelation

Die Punkte liegen im letzten Fall genau auf einer Geraden, entsprechend ist $\sqrt{1-r^2} = 0$

$\sqrt{1-r^2}$ klein: Punkte streuen wenig

$\sqrt{1-r^2}$ groß: Punkte streuen stark

Nr.3: Kasuistik der aus dem allgemeinen Verhalten ausbrechenden Fälle:

Fall 17: 49 Jahre, Leberzirrhose, akute Pyelonephritis, geringe bis mäßig starke akute Pankreatitis in Reparationsphase.

Fall 18: 64 Jahre, chronische Urämie bei Pyelonephritis, Autolyse der Gangwand, geringe Gangentzündung.

Fall 23: 67 Jahre, Gallenblasenkarzinom, stellenweise geringe bis mäßiggradige, stellenweise auch starke Autolyse der Gangwand.

Fall 24: 15 Jahre, Akute Monocytenleukämie, Gang ohne pathologischen Befund.

Fall 28: 77 Jahre, 2-3 Tage alte ausgeprägte lipolytische Pankreatitis bei Cholelithiasis. Geringe akute Entzündung der Gangwand. Keine Autolyse.

Fall 32: 53 Jahre, Cholecystektomie, Autolyse im vordersten Kopfbereich.

Fall 52: 75 Jahre, Bronchialkarzinom, Cholelithiasis, Autolyse des Pankreas mit Übergreifen auf den Gang, besonders im Schwanzbereich.

Fall 53: 53 Jahre, Cholelithiasis, massive, tagelange Pankreatitis, geringe Gangentzündung. Auf den Gang übergreifende Fettgewebsnekrosen im äußersten Schwanzbereich.

Fall 62: 22 Jahre, Gangautolyse und Parenchymautolyse im hinteren Korpusbereich

Fall 10: 33 Jahre, chronische Pankreatitis bei Hyperparathyreoidismus, ältere Fettgewebsnekrosen um Gänge mit entzündlichen Wandinfiltrationen.

Nr. 4: Berechnung der Daten für den t-Test:

		$d = \bar{x}_G - \bar{x}_K$	$S_d = \sqrt{S_{\bar{x}_G}^2 + S_{\bar{x}_K}^2}$
log A:	b:	0,0006248	0,00079668
	r:	0,01606	0,02592441
	S_r:	0,05073	0,03848670
	y_{5o}:	-0,0228	0,05046938
log I:	b:	0,0002074	0,00091960
	r:	0,00462	0,03272922
	S_r:	0,03700	0,04222152
	y_{5o}:	-0,02233	0,05995253
$\log \frac{A}{I}$:	b:	0,00091585	0,00066577
	r:	0,418603	0,38012891
	S_r:	0,45899	0,80506869
	y_{5o}:	0,1243111	0,13415532

Literaturverzeichnis

1 ADLUNG, J.
GÜRICH, H.-G.
RITTER, U.
Über Veränderungen am Pankreasgangsystem
Med. Welt 2o, 387-391 (1969)

2 ANACKER, H.
WEISS, H.-D.
WIESNER, W.
Das pancreaticographische Bild der entzündlichen Pankreasprozesse
Fortschr. Röntgenstr. 117, 418-424 (1972)

3 ANACKER, H.
Anomalien und Variationen des Pankreas
Radiologe 7, 41 (1967)

4 BECKER, V.
herausgegeben von DOERR, W.
SEIFERT, G.
Bauchspeicheldrüse
aus "Spezielle patholog. Anatomie" Band 6
Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York (1973)

5 CLAIRMONT, P.
HODJIPETROS, P.
Zur Anatomie des Ductus Wirsungianus und des Ductus Santorini
Dtsch. Z. Chir. 159, 251 (192o)

6 CLASSEN, M.
HELLWIG, H.
RÖSCH, W.
Anatomy of the pancreatic duct - A duodenoscopic-radiological study
Endoscopy 5, 14 (1973)

7 DERCUM, A.
Der anatomische Aufbau des Ductus pancreaticus und seine Beziehungen zu Klinik
Arch. klin. Medizin 181, 366-393 (1938)

8 CREMER, M.
TOUSSAINT, J.
de TOEUF, J.
DELTENRE, M.
HERMANUS, A.
ENGELHOLM, L.
The diagnosis of chronic pancreatitis: Morphological approach and new classification based on pancreatography
Scandinavian Journal of Gastroenterology 11/41, 35 (1976)

9 BORRELLY, J.
FAYS, J.
BONHOMME, J.-C.
et al.
Etude anatomo-radiologique des canaux Pancreatiques envisagée sous l'aspect fonctionnel
Arch.Anat.Path. 22/4, 253-259 (1972)

1o KASUGAI, T.
KUNO, N.
KOBAYASHI, S.
HATTORI, K.
Fiberduodenoscopy analysis of 353 examinations
Gastrointest. Endoscopy 18, 9 - 16 (1971)

11 KASUGAI, T.
KUNO, N.
et al.
Endoscopic pancreatocholangiography
Gastroenterology 63/2 217-226, 227-234 (1972)

12 KREEL, L.
SANDIN, B.
SLAVIN, G.
Pancreatic morphology, a combined radiological and pathological study
Clin.radiol. 24, 154-161 (1973)

13 KREEL, L.
SANDIN, B.
Changes in pancreatic morphology associated with aging
Gut 14, 962-97o (1973)

14 NAKAMURA, K.
SARLES, H.
PAYAN, H.
The three-dimensional reconstruction of the pancreatic ducts in chronic pancreatitis
Gastroenterology 62/5, 942-949 (1972)

15 THOMA, W.
Morphometrische Untersuchungen am Gangsystem des menschlichen Pankreas
Dissertation Marburg (1976)

16 ANACKER, H.
Retrograde pancreaticography in inflammatory diseases of the pancreas,
herausgegeben von H. Anacker
S. 194-2o2 in "Efficiency and limits of Radiologic Examination of the Pancreas".
Thieme Stuttgart 1975

17 CLASSEN, M.
ANACKER, H.
STADELMANN, O.
SEIFERT, E.
von FRITSCH, E.
The diagnoses of tumours of the papilla of Vater and of the Pancreas by endoscopic-radiologic examination in the diagnosis of chronic pancreatitis,
herausgegeben von H. Anacker
S. 2o3-2o8 in "Efficiency and Limits of Radiologic Examination of the Pancreas"
Thieme Stuttgart 1975

18 KRAMANN, B.
A comparative study on duodenoscopic pancreaticography, arteriography and barium meal examination in the diagnosis of chronic pancreatitis,
herausgegeben von H. Anacker
S. 2o9-213 in "Efficiency and Limits of Radiologic Examination of the Pancreas"
Thieme Stuttgart 1975

19 CLAUSS, G.
EBNER, H.

Der t-Test für korrelierende Stichproben
in "Grundlagen der Statistik"
2. Auflage S. 24o
Harri Deutsch Zürich und Frankfurt
1975

Lebenslauf

Geboren wurde ich am 16. März 1953 als erstes Kind des Diplom-Ingenieurs Hans Oehm und seiner Ehefrau Sibylle, geb. Schwartz, in Meppen/Ems.
Nach vier Jahren Volksschule (1960-1964) wechselte ich auf das neusprachliche Gymnasium für Mädchen "Liebfrauenschule" in Meppen über. Dort bestand ich im Juni 1972 das Abitur.
Zum Wintersemester 1972/73 wurde ich zum Studium der Humanmedizin an der Philipps-Universität in Marburg zugelassen. Ärztliche Vorprüfung im August 1974, erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung im Sommer des darauffolgenden Jahres, zweiter Abschnitt der ärztlichen Prüfung im August 1977. Das Praktische Jahr absolvierte ich am Akademischen Lehrkrankenhaus Fulda, den dritten Abschnitt der ärztlichen Prüfung bestand ich im Oktober 1978.
Seit 1975 bin ich verheiratet mit Dr. Thomas Otte.

Akademische Lehrer waren die Herren Professoren und Dozenten:

Amon, Petry, Walcher, Richter , Dimroth, Koecke, Nultsch, Wehrmeyer, Hensel, Haberich, Karlson, Wesemann, Golenhofen, Buchholz, Exner, Friederich, Hamelmann, Hess, Hildebrandt, Hort, Ihm, Koransky, Linneweh, Martini, Oehmig, Rodeck, Rohen, Solcher, Straub, Welge-Lüssen, Wendt, Dittrich, Eschenbach, Willenbockel, Pots, Daume, Kaffarnik, Klaus, Mannheim, Eissner, Schmitz-Moormann, Dombrowski, Kleinsasser, Pohlen,Siegrist, Heene, Reitter, Nieth, Bässler, Göltner.

Herrn Prof. Dr. P.Schmitz—Moormann danke ich für die Überlassung des Themas sowie seine freundliche Unterstützung bei der Abfassung der Arbeit.

Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. P.Ihm und seinen Mitarbeitern für deren wertvolle Hilfe.

Herrn Fotograf G. Holtsch danke ich für die freundliche Hilfe bei Anfertigung der Grafiken.

Für ihre Unterstützung bei der Herstellung der histologischen Schnitte danke ich Frau B.Maxeiner und Frau H.Combé.

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, daß ich die dem Fachbereich Humanmedizin Marburg zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel:

Morphometrische Untersuchungen am Ductus Pancreaticus Maior

im pathologischen Institut der Philipps-Universität unter Leitung von Herrn Prof. Dr. Schmitz-Moormann mit Unterstützung durch Herrn Prof. Dr. Ihm ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe.
Ich habe bisher an keiner in- und ausländischen Medizinischen Fakultät ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht noch die vorliegende oder eine andere Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Marburg, den 15. Oktober 1978

Christel Otte